

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)– Versión 2009-2012

Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 (1999) y modificadas por la Resolución VIII.13 de la 8ª Conferencia de las Partes Contratantes (2002) y Resoluciones IX.1, Anexo B, IX.6, IX.21 y IX. 22 de la 9ª Conferencia de las Partes Contratantes (2005).

1. Nombre y dirección del compilador de la Ficha:

Dra. Hem Nalini Morzaria Luna
Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.
Edificio Agustín Cortés s/n.
Fraccionamiento Las Conchas.
Puerto Peñasco, Sonora, México.
C.P. 83550
Tel. 638 382 0113 o 15
info@cedointercultural.org
www.cedointercultural.org

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE RAMSAR.

DD MM YY

--	--	--

Designation date

--	--	--	--	--	--

Site Reference Number

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE RAMSAR.

DD MM YY

2. Fecha en que la Ficha se llenó /actualizó:

20 de Mayo de 2011

3. País: México

4. Nombre del sitio Ramsar: Humedales de Bahía San Jorge

5. Designación de nuevos sitios Ramsar o actualización de los ya existentes:

Esta FIR es para (marque una sola casilla):

- a) Designar un nuevo sitio Ramsar ; o
b) Actualizar información sobre un sitio Ramsar existente

6. Sólo para las actualizaciones de FIR, cambios en el sitio desde su designación o anterior actualización:

a) Límite y área del sitio

El límite y el área del sitio no se han modificado:

o Si el límite del sitio se ha modificado:

- i) se ha delineado el límite con más exactitud ; o
ii) se ha ampliado el límite ; o
iii) se ha restringido el límite**

y/o

Si se ha modificado el área del sitio:

- i) se ha medido el área con más exactitud ; o
ii) se ha ampliado el área ; o
iii) se ha reducido el área**

b) Describa brevemente cualquier cambio importante que se haya producido en las características ecológicas del sitio Ramsar, incluyendo la aplicación de los criterios, desde la anterior FIR para el sitio.

7. Mapa del sitio:

a) Se incluye un mapa del sitio, con límites claramente delineados, con el siguiente formato:

- i) **versión impresa** (necesaria para inscribir el sitio en la Lista de Ramsar): ;
- ii) **formato electrónico** (por ejemplo, imagen JPEG o ArcView)
- iii) **un archivo SIG con tablas de atributos y vectores georreferenciados sobre los límites del sitio**

b) **Describa sucintamente el tipo de delineación de límites aplicado:**

Los Humedales de Bahía San Jorge se extienden a lo largo de 38 km lineales de costa, desde el extremo norte de Estero Almejas hasta el extremo sur de Estero San Francisquito, incluye planicies lodosas, marismas, salinas, y dunas costeras. Los Humedales de Bahía San Jorge abarcan desde el nivel más bajo de marea baja, siguiendo la línea de costa, hasta los 20 metros sobre la pleamar máxima comprendiendo la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), englobando a las dunas costeras, y algunas salinas que se encuentran dentro del ecotono humedal-terrestre. En su extremo noreste, el límite del sitio coincide con la carretera Puerto Peñasco-Caborca.

8. Coordenadas geográficas (latitud / longitud, en grados y minutos):

Los Humedales de Bahía San Jorge comprenden dos polígonos, uno que engloba a los Esteros La Salina y Almejas y el segundo que rodea al Estero San Francisquito. El punto central del sitio no puede especificarse, debido a que por la configuración de los polígonos este se halla fuera del sitio, sin embargo las coordenadas del centro aproximado de la parte más extensa del sitio es 31°05'59.98"N 113°04'10.46" W. El Anexo 1 presenta la cartografía básica correspondiente al área mencionada.

9. Ubicación general:

Los Humedales de Bahía San Jorge se localizan en la costa noroeste del estado de Sonora, abarcando parte de los municipios de Puerto Peñasco y Caborca. El poblado importante más próximo es la ciudad de Puerto Peñasco (Pob. 44,875; INEGI 2005), la cabecera municipal, que se localiza a ~35 km del sitio. En el polígono se encuentran varios accidentes costeros, en la forma de estuarios negativos o esteros conocidos como Almejas, La Salina y San Francisquito. Dentro del polígono se encuentran cuatro pequeños campos acuícolas y pesqueros: Las Sinitas (Pob. 35), Bahía de San Jorge (Pob. 3), Playa San Jorge (Pob. 3) y Salinera del Desierto Rojo (Pob. 6); el poblado más cercano al sitio es el Rodolfo Campodónico que cuenta con una población de 282 habitantes (INEGI 2005). El municipio de Puerto Peñasco cuenta con 44,875 habitantes y el de Caborca con 70,113 habitantes (INEGI 2005).

10. Altitud: 0-8 m sobre el nivel del mar, la mayor parte se encuentra a nivel del mar y las áreas más altas están cerca de Estación Almejas (Ortlieb 1991).

11. Área: 12,197.75 ha

12. Descripción general del sitio:

Los Humedales de Bahía San Jorge comprenden ocho tipos de hábitats: esteros, bajos intermareales de lodo, salinas, dunas costeras, playas de arena, aguas marinas someras permanentes y el ecotono humedal-terrestre (Valdes-Casillas et al. 1999). Los esteros son el tipo de humedal característico del Golfo Norte de California, son estuarios negativos con salinidad más alta en su interior que en la boca debido a la alta evaporación y falta de aporte de agua dulce (Thomson, Mead, & Schreiber 1968). Los esteros constituyen una interfase entre los ecosistemas marino y terrestre; en esta interfase se importan y exportan nutrientes

y especies, que combinan atributos de ambos ecosistemas (Brusca, Cudney-Bueno, & Moreno-Báez 2006).

En el Golfo Norte los esteros sirven como zonas de anidación, descanso y alimentación a aves residentes y migratorias, como parte del Corredor Migratorio del Pacífico, por lo que se ha reconocido su importancia como potenciales sitios Ramsar (Vega et al. 2006). Esta región presenta una amplitud de marea de hasta 10 m (Alvarez-Borrego 1983), que junto con las corrientes y el clima extremo le da a los esteros los hábitats y características ambientales que resulta en una flora y fauna única, caracterizada por un alto grado de especialización (Glenn et al. 2006). En los esteros, los canales y marismas sirven como áreas de desove y alimentación de especies comerciales de pesca (Calderon-Aguilera et al. 2003).

Las zonas de marisma tienden a estar rodeadas de dunas no consolidadas y de suelos con inundación intermitente de origen marino y evaporativo, llamadas salinas; las salinas pueden presentar gruesas costras de sal y carecen de vegetación (Ezcurra, et al. 1987). Se han registrado 23 especies en los Humedales de Bahía San Jorge que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF 2002) y/o enlistadas por la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES 2005). Se registran también 7 especies endémicas al Golfo Norte o al Golfo de California.

13. Criterios de Ramsar:

1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 8 • 9

14. Justificación de la aplicación de los criterios señalados en la sección 13 anterior:

Criterio 1: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.

Los Humedales de Bahía San Jorge reúnen una combinación de hábitats: esteros, bajos intermareales de lodo, salinas, dunas costeras, playas de arena, aguas marinas someras permanentes y el ecotono humedal-terrestre, que conectan al sistema terrestre con uno de los sistemas marinos más productivos del mundo, el Golfo de California, y que están a su vez enmarcados por un ecosistema desértico extremadamente árido (Brusca et al. 2006; Glenn et al. 2006). Asimismo, existen especies que están adaptadas a las condiciones ambientales extremas de la región como las plantas halófilas (Felger, 2000) o los peces gobios (Barlow 1961). Esta combinación de hábitats y sus resultantes relaciones ecológicas le da a los Humedales de Bahía San Jorge un carácter único, que es representativo de los humedales del Golfo Norte de California. Los esteros del sitio, como la mayoría de los humedales en el Golfo Norte de California permanecen prístinos, a pesar del intensivo uso humano en sus alrededores (García-Rico, et al. 2006).

Criterio 2: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.

Los Humedales de Bahía San Jorge presentan hábitats característicos de los estuarios negativos del Golfo Norte de California que albergan diferentes especies que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, relativa a especies en alguna categoría de riesgo (DOF 2002):

- Sujetas a Protección Especial están: el Charrán mínimo *Sternula antillarum browni* (Mellink & Palacios 1993), la Garceta Rojiza (*Egretta rufescens*), Gaviota Pata Amarilla (*Larus livens*), Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*), Gaviota Ploma (*Larus heermanni*), Aguililla Real (*Buteo regalis*), Aguililla Rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), Charrán elegante (*Sterna elegans*), víbora de cascabel rosa (*Crotalus atrox*), la víbora de cuernitos (*Crotalus cerastes*) (Zuria-Jordan 1996) y la lagartija mata caballo (*Gambelia nislizeni*) (Mellink & Palacios 1993; Zuria-Jordan 1996; CEDO datos no publicados).

- Consideradas como Amenazadas: Rabijunco Piquirrojo (*Phaethon aethereus*), Halcón Pradeño (*Falco mexicanus*), el Gorrión Sabanero (*Passerculus sandwichensis rostratus*), la tortuga patona A (*Gopherus agassizii*) (Lemos Espinal 2007), la lagartija cachora A (*Callisaurus draconoides*) y Paiño Negro (*Oceanodroma melania*) (Mellink & Palacios 1993; Zuria-Jordan 1996; CEDO datos no publicados).
- En Peligro de Extinción se reconoce en el sitio a la Pardela Mexicana *Puffinus opisthomelas*, la lagartija arenera del Colorado P (*Uma notata*) y el murciélago miotis pescador (*Myotis vivesi*) (Arriaga et al. 2000).
- Inmediato al ecotono humedal-terrestre se encuentran especies de cactáceas características del Desierto Sonorense, incluyendo a la senita, *Lophocereus schottii* (Morzaria-Luna et al. 2007).
- El sitio alberga una población residente de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Mellink & Orozco-Meyer 2006), esta especie se encuentra en el Apéndice II de CITES (CITES 2005).
- En la región se reportan la tortuga caguama, (*Caretta caretta*), tortuga marina verde del pacífico o tortuga prieta (*Chelonia agassizii*), tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga marina laúd (*Dermochelys coriacea*), y tortuga golfina o tortuga marina escamosa del Pacífico (*Lepidochelys olivacea*) (Honan & Turk-Boyer 2001; CONANP 2007). En todo caso, todas las especies de tortugas marinas se encuentran protegidas en México (DOF 2002) y en el mundo (CITES 2005).

Criterio 3: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.

La heterogeneidad de ambientes existentes y condiciones oceanográficas en el Golfo Norte de California ha propiciado la diversificación de plantas y animales adaptados a las condiciones ambientales extremas de la región (Cartron, et al. 2004). En los esteros de Bahía San Jorge se encuentran cuatro especies endémicas de peces al Golfo Norte de California el chupalodo chico (*Gillichthys seta*) (Barlow 1961), la anchoa golfina (*Anchoa mundeolooides*) (A. Iris datos no publicados), el pejerrey charal (*Colpichthys regis*) y el pejerrey sardina (*Leuresthes sardina*) (Zuria & Mellink 2005). Existen dos especies de plantas que son endémicas, el pasto salado (*Distichlis palmeri*) endémica a la costa del Golfo de California, y el saladillo (*Suaeda puertopenascoa*) la cual existe solamente en los esteros del norte de Sonora (Felger 2000). Asimismo se encuentra una especie de murciélago endémico, el miotis pescador (*Myotis vivesi*) (Arriaga et al. 2000) restringido a las costas e islas del Golfo de California (Sánchez-Cordero et al. 2005).

Los humedales de Bahía San Jorge presentan una variedad de tipos de hábitats representativos de los esteros del Golfo Norte de California, incluyendo esteros, bajos intermareales de lodo, salinas, dunas costeras, playas de arena, aguas marinas someras permanentes y el ecotono humedal-terrestre. En su conjunto, estos hábitats presentan una alta diversidad biológica, incluyendo por lo menos por 151 especies de aves (Mellink and Palacios 1993; Zuria-Jordan 1996, CEDO datos no publicados), 62 especies de peces (Zuria-Jordan 1996; Zuria and Mellink 2005, A. Iris-Maldonado datos no publicados, C. Ainsworth datos no publicados), 6 mamíferos terrestres (Zuria-Jordan 1996; Arriaga et al. 2000), 1 mamífero marino (Orozco-Meyer 2001), 9 reptiles (Zuria-Jordan 1996; Lemos Espinal 2007), 54 plantas vasculares (Morzaria-Luna et al. 2007), 11 algas, 14 dinoflagelados y diatomeas (Juárez Romero 2007), 33 moluscos (CEDO datos no publicados), y 31 crustáceos (Villalobos-Hiriart et al. 1989; CEDO datos no publicados). Cabe mencionar que se han llevado a cabo pocos estudios biológicos en el área y que el número real de especies es probablemente mucho más alto.

Criterio 4: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico y/o en períodos en que prevalecen condiciones adversas.

Los Humedales de Bahía San Jorge, como los esteros a lo largo de Sonora representan oasis en un ecosistema desértico y juegan un papel importante tanto para los ecosistemas marinos, como para los

terrestres (Brusca et al. 2006). Son parte del Corredor Migratorio del Pacífico (Vega et al. 2006), y sirven de sitios de anidación para aves incluyendo al Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia*), el Charrán Mínimo (*Sternula antillarum browni*), el Ostrero Americano (*Haematopus palliatus*) (Mellink & Palacios 1993), y el gorrion sabanero (*Passerculus sandwichensis rostratus*) (Rossem 1947).

Los canales y marismas del sitio sirven como áreas de refugio y alimentación para etapas larvales y juveniles de peces e invertebrados (Carrera and de la Fuente 2003; CEDO y A. Iris-Maldonado Datos no publicados); por ejemplo, en la zona hay un importante reclutamiento de estados tempranos de peneidos de camarón de la especie *Litopenaeus stylirostris* (Cudney-Bueno & Turk Boyer 1998). Estero La Salina es uno de los sitios más importantes de crianza para la jaiba azul (*Callinectes bellicosus*) (Cudney-Bueno & Turk Boyer 1998; Molina Ocampo et al. 1999). En Estero La Salina también se han encontrado larvas de peces pertenecientes a lisas, lenguados, gobios, anchoas y larvas leptocéfalas (*Albula vulpes*) (A. Iris Maldonado datos no publicados).

Los organismos de *Albula* desovan a finales de primavera y verano en las aguas costeras del Golfo de California, y las larvas leptocéfalas se desarrollan en mar abierto durante 6-7 meses, después las larvas regresan a las áreas costeras durante el invierno y primavera a completar su metamorfosis (Pfeiler, et al. 1988).

Bahía San Jorge alberga una población residente de delfín nariz de botella *Tursiops truncatus*, estimada en 206 individuos adultos y 30 crías en 2000; esta población utiliza el sitio para alimentación y como una zona de crianza durante el periodo de verano y otoño (Mellink & Orozco-Meyer 2006).

Asimismo, los Humedales de Bahía San Jorge son utilizados por especies marinas que entran a alimentarse. Particularmente, Isla San Jorge alberga una colonia de más de 5000 pares del pájaro Bobo Café (*Sula leucogaster*) (Mellink 2000). Esta especie depende de las poblaciones de peces bentónicos de fondos arenosos (Mellink, Dominguez, & Luevano 2001), comunes en los Humedales de Bahía San Jorge (Zuria & Mellink 2005).

Criterio 6: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas.

En la península de Bahía San Jorge (La Purinera) y en Estero San Francisquito se encuentran colonias de anidación del Charrán Mínimo (*Sternula antillarum browni*). Esta especie se reproduce de California central, EUA a Baja California y la costa occidental del macizo continental Mexicano e inverna en Centroamérica. Esta especie se encuentra en la categoría de sujeta a protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002). En Norteamérica se estima una población de 8250 individuos (Wetlands International 2006). En Estero San Francisquito y La Purinera hay un registro desde los 90's de las poblaciones de esta especie: 1991, 38 individuos en Estero San Francisquito y 58 en La Purinera (Mellink & Palacios 1993); 1992, 5 pares y un nido, y 60 nidos respectivamente (Mellink & Palacios 1993); 1995, 244 nidos en La Purinera (Zuria & Mellink 2002); 1998, 141 nidos en La Purinera (Mellink 2003); 1999, 62 nidos en La Purinera (Mellink 2003); 2006, 324 individuos en La Purinera (Rosemartin & van Riper); 2007, 14 y 134 individuos respectivamente (Rosemartin & van Riper); 2008, 125 nidos en La Purinera (CEDO datos no publicados). De este modo, la población en los Humedales de Bahía San Jorge esta por arriba de los 85 individuos que constituyen el 1% de la población (Wetlands International 2006). En la región, otras colonias de anidación se encuentran en riesgo debido al desarrollo inmobiliario (Rosemartin & van Riper), lo que hace que las dos colonias en los Humedales de Bahía San Jorge sean de gran importancia para la población.

Criterio 7: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo.

Desde el punto de vista ictiofaunístico, las comunidades de peces entran en los esteros dentro del polígono pertenecen al área clasificada por Walker (Walker 1960) como del “Alto Golfo”, delimitada al sur por una línea que va de Bahía San Francisquito hasta Bahía Kino en la costa continental pasando por la punta sur de la Isla Tiburón. Esta región se caracteriza por una fauna pobre, con un fuerte elemento de endemismos y especies de áreas norteñas del Pacífico (Walker 1960), aunque en todo el Golfo de California existen solamente 50 especies endémicas de peces (Castro Aguirre, González Acosta, & Cruz Agüero 2005). En los Humedales de Bahía San Jorge se encuentran cuatro de estas especies endémicas, el chupalodo chico (*Gillichthys seta*) (Barlow 1961), la anchoa golfina (*Anchoa mundeoloides*) (A. Iris datos no publicados), el pejerrey charal (*Colpichthys regis*) y el pejerrey sardina (*Leuresthes sardina*) (Zuria & Mellink 2005).

Los peces que utilizan los esteros en el Golfo Norte de California mantienen una compleja relación con su entorno. Los esteros son inundados intermitentemente (Glenn et al. 2006), lo que limita el acceso de los peces a las marismas, pero lo que puede permitir que se acumulen los recursos alimenticios entre los periodos en los que el hábitat vuelve a estar disponible (West & Zedler 2000). Por ejemplo, en marea baja, especies como los chupalodos *Gillichthys seta* y *Gillichthys mirabilis* se entierran en el lodo, permanecen en pozas aisladas, y cuando sube la marea acceden a las marismas para alimentarse, manteniendo así la conectividad trófica entre los distintos hábitats del estero (Larkin et al. 2008).

Las comunidades de peces de los Humedales de Bahía San Jorge usan los esteros en distintas épocas y etapas del su ciclo biológico. Zuria y Mellink (Zuria & Mellink 2005) reportan que en la península de Bahía San Jorge (La Purísima) en Marzo y Abril predominan especies como el pejerrey sardina (*Leuresthes sardina*) y el pejerrey charal (*Colpichthys regis*), las anchoas (Engraulidae: *Anchoa* spp.) son más abundantes en Mayo y Junio; los clupeidos (Clupeidae), anchoas, y juveniles de la familia Sciaenidae (*Menticirrhus undulatus*, *Umbrina roncadora*) son más abundantes en julio y las mojarras, (*Mugil cephalus*), y botete (*Sphoeroides annulatus*) dominan en Septiembre; y grandes números de individuos de las familias Mugilidae y Atherinopsidae se encuentran en Diciembre. En los Humedales de Bahía San Jorge se han encontrado larvas de peces de grupos que salen a completar sus ciclos de vida fuera del humedal, como las larvas leptocefalas de *Albula vulpes* (Pfeiler et al. 1988).

Criterio 8: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.

Los esteros comprendidos en los Humedales de Bahía San Jorge son utilizados como zonas de alimentación por numerosas especies de peces residentes, o visitantes que entran a alimentarse, reproducirse o durante periodos específicos de sus ciclos de vida (Zuria & Mellink 2005). Su uso por estas poblaciones de peces está relacionado con la disponibilidad de alimento que se encuentra en estas aguas y la complejidad del hábitat (Glenn et al. 2006). En la zona marina fuera de Bahía San Jorge se ha identificado una zona de surgencia con los acompañantes florecimientos de fitoplancton lo que contribuye a la alta productividad de la zona (Parker 1964; Juárez Romero 2007).

Se han identificado 26 especies que entran al sitio exclusivamente durante la marea viva, siendo mojarras (*Eucinostomus entomelas* y *E. argentus*), roncós (*Haemulopsis enlogatus* y *H. leuciscus*), bagre cominate (*Ariopsis platypogon*), y botete diana (*Sphoeroides annulatus*) las especies más abundantes (A. Iris Maldonado datos no publicados). También se presentan ocasionalmente individuos de sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), chambo (*Chaetodipterus zonatus*), corvina aleta corta (*Cynoscion parvipinnis*), anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), mojarra charrita (*Eucinostomus gracilis*), burro almejero (*Haemulon sexfasciatum*), berrugato chulo (*Menticirrhus paitensis*), papagallos (*Nematistius pectoralis*), zapatero (*Oligoplites saurus*), sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), teniente (*Orthopristis cantharinus*), burro rayado (*Orthopristis reddingi*), lenguado cuatroojos (*Paralichthys aestivalis*), platija diamante (*Pleuronichthys guttulatus*), barbudo azul (*Polydactylus approximans*), jorobado mexicano (*Selene brevoortii*), lenguado playero (*Syacium latifrons*), chile cadena (*Synodus*

evermanni), palometa (*Trachinotus paitensis*), y berrugada aleta amarilla (*Umbrina roncador*). Varias de estas especies son aprovechadas por las pesquerías tanto deportiva como comercial (Cudney-Bueno & Turk Boyer 1998), y para la fabricación de harina de pescado o extracción de aceite (Froese & Pauly 2009).

Asimismo, en los Humedales de Bahía San Jorge predominan ocho especies residentes (A. Iris Maldonado datos no publicados). Destacan los gobios, el gubio aguzado (*Ctenogobius sagittula*), el gubio guaymense (*Quiatula guaymasiae*), el chupalodo chico (*Gillichthys seta*) y el chupalodo grande (*Gillichthys mirabilis*), organismos que se encuentran adaptados a las condiciones extremas de los esteros en relación a salinidad, temperatura, y desecación, e incluyen especies endémicas (Barlow 1961). Los canales y áreas someras sirven de zonas para la alimentación y áreas de crianza de estas especies (Desmond 1996). Las otras especies residentes son tieso lombriz (*Myrophis vafer*), raya (*Urobatis halleri*), lisa rayada (*Mugil cephalus*) y lisa blanca (*Mugil curema*); las últimas tres son de importancia comercial.

Finalmente, hay especies como anchoa golfina (*Anchoa mundeoloides*), anchoveta escamuda (*Anchovia macrolepidota*), y sardineta rayada (*Lile stolifera*), pejerrey mocho (*Atherinopsis californiensis*) que son costero-pelágicas y pasan la primera parte de su vida en aguas costeras antes de salir a mar abierto. Estas especies tienen gran importancia ecológica en el ecosistema marino, pues constituyen un nivel trófico intermedio, entre el zooplancton y los depredadores (Froese & Pauly 2009). En Estero La Salina también se han encontrado larvas de peces pertenecientes a lisas, lenguados, gobios, anchoas y larvas leptocéfalas (de *Albula vulpes*) (A. Iris Maldonado datos no publicados). En particular, el sitio junto con otras zonas costeras del Golfo de California, son de gran importancia para el ciclo biológico de *Albula vulpes* (Pfeiler et al. 1988), esta es una de las especies más importantes de pesca deportiva a nivel mundial (Smith & Society 2008).

15. Biogeografía

a) región biogeográfica:

Los Humedales de Bahía San Jorge se encuentran inmersos en la Provincia Biogeográfica Sonorense, dentro de la gran región biogeográfica Neártica (CONABIO 1997). La vegetación terrestre pertenece al Desierto Sonorense, que se extiende entre los 25 y 35° N, en el oeste de Sonora, Baja California y Baja California Sur (Wiggins 1980), en la subdivisión fitogeográfica del Valle del Bajo Río Colorado (Turner & Brown 1994). En Sonora esta subdivisión se extiende hasta el valle del Río Magdalena (Wiggins 1980).

Bahía San Jorge se encuentra en la región marina del Golfo Norte de California, que posee características batimétricas, de salinidad y temperatura muy particulares en relación al resto del Golfo (Lavín et al. 1997). Desde el punto de vista ictiofaunístico, las comunidades de peces que visitan los esteros pertenecen al área reconocida por Walker (Walker 1960) como del “Alto Golfo” (“Upper Gulf”, en inglés), delimitada al sur por una línea que va de Bahía San Francisquito hasta Bahía Kino en la costa continental pasando por la punta sur de la Isla Tiburón.

b) sistema de regionalización biogeográfica (incluya referencia bibliográfica):

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. México.

16. Características físicas del sitio:

Geología y geomorfología: La geología de las áreas circundantes comprende rocas metamórficas e ígneas de origen pre-Cretácico y rocas graníticas del Cretácico (Merriam 1972). En el polígono se presentan geoformas de llanura costera y punta costera (Arriaga et al. 2000), con aluvión de origen cuaternario (Merriam 1972). El aluvión está compuesto por limo, arena y grava no consolidada, que fue transportada por las corrientes y por el flujo de arroyos intermitentes; hay áreas con aluvión consolidado, que se observan cercanas a la carretera Sonoyta-Caborca, que parecen ser de mayor edad que el aluvión

no consolidado (Merriam 1972). Se cree que el curso del Río Colorado Ancestral corría por la costa este del Golfo, en dirección a Bahía San Jorge y pudo haber transportado material aluvial (Beveridge et al. 2006). En la zona hay fallas que corren en dirección noroeste; a unos kilómetros de Bahía San Jorge se encuentra una falla que a sufrido movimiento lateral, donde se observan anortositas y carbonatos no metamorfoseados (Merriam 1972).

Orígenes: La formación de las playas costeras fosilíferas, las planicies lodosas y el lodo de las marismas sucedió durante el Holoceno, cuando el nivel del mar alcanzo su mayor nivel hace ~5000 años; estudios de datación de C14 revelan edades de 4000 ± 170 y 5570 ± 270 (Ortlieb 1991). Durante este periodo se depositaron limos por acción de las mareas y las corrientes (Glenn et al. 2006), sobre la antigua costa del Pleistoceno que esta compuesta de arenas fosilíferas parcialmente cementadas que datan de ~ 26, 000 años antes del presente (Ortlieb 1991).

Hidrología: Los Humedales de Bahía San Jorge se encuentran en la Región Hidrológica Sonora Norte (RH-8). Esta región ocupa casi todo el noroeste del estado de Sonora, en una área que comprende del sureste de San Luis Río Colorado a las proximidades de Cananea, y de Punta Chueca (frente a la isla Tiburón) al Golfo de Santa Clara, representando el 30.7 % de la superficie del estado (INEGI 2008a). Los ríos más cercanos son el Río Sonoyta, al norte del polígono, que no fluye desde los 70's por su uso en agricultura (Merriam 1972; Glenn et al. 2006) y el Río Concepción al sur. En la zona la hidrología subsuperficial esta dominada por el Arroyo Sahuaro (SEMARNAT-CEDES 2008). Se encuentran también arroyuelos intermitentes que fluyen solamente durante la temporada de lluvias. En cuanto a hidrología subterránea, el sitio se encuentra en la Zona de Explotación No. 3, Zona Caborca (INEGI 2008a).

Tipo de Suelo: El suelo es Solonchak, este es un suelo alcalino con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Se reporta en las llanuras salinas con ciénagas localizadas en los márgenes del mar, pero también se puede presentar en las áreas de riego, restringiendo el cultivo de algunas especies vegetales (SEMARNAT-CEDES 2008).

Calidad del agua: Las aguas interiores de los esteros del Golfo Norte de California presentan condiciones oligotróficas, resultado del marcada influencia de las masas de agua costeras, la baja disponibilidad de ortofosfatos, y niveles adecuados de oxígeno disuelto (Juárez Romero 2007). Sin embargo, en la zona marina fuera de Bahía San Jorge se ha identificado una zona de surgencia con los acompañantes florecimientos de fitoplancton lo que contribuye a la alta productividad de la zona (Parker 1964). Ocasionalmente, el producto de las granjas acuícolas localizadas dentro del polígono presenta valores de coliformes fecales por arriba de lo permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993 (COAES 2009), probablemente debido a la presencia de aves u otros organismos marinos dada la baja densidad poblacional en la zona. Las aguas de estero San Francisquito pueden verse afectadas por la presencia de agroquímicos provenientes de escurrimientos de las zonas agrícolas del Valle de Caborca (CIAD 2006). En cuanto a características fisicoquímicas, el agua en Estero Almejas tiene valores promedios de pH 7.91 ± 0.02 , salinidad 47.12 ± 0.16 , oxígeno disuelto 8.29 ± 0.17 mg/L y temperatura 24.03 ± 0.58 °C a lo largo del año (Morzaria-Luna, et al. 2007).

Profundidad y grado de permanencia del agua/Fluctuaciones del nivel de agua: En el Golfo Norte de California la profundidad media es de 200m, y la profundidad disminuye hasta isobatas de 20m cercanas a la costa (Lavín et al. 1997). Como resultado de la amplitud de marea, que puede alcanzar hasta ~10 m (Alvarez-Borrego 1983); durante las mareas más extremas los esteros se llenan durante la marea alta y se vacían en la marea baja, quedando agua acumulada en los canales y en pozas (Pepe 1989). En Estero La Salina durante la marea alta la profundidad alcanza hasta los 6 m (Ramírez-Mendoza & Alvarez 2008). Las fluctuaciones en el nivel del agua dentro de los esteros son también afectadas por las olas, las cuales son producto de la brisa marina, que es más intensa en las tardes y durante la primavera y verano; las olas son generadas por vientos del Norte durante el invierno (Thomson et al. 1968). En la zona del Golfo Norte de California hay un patrón de circulación ciclónica con fuertes corrientes en las zonas

someras paralelas al macizo continental, este patrón es más definido en verano y durante el invierno presenta variaciones interanuales (Lavín, et al. 2003).

Variaciones de las mareas: Las mareas son del tipo mixto semidiurno, con dos mareas altas y dos mareas bajas de distinta amplitud; la amplitud máxima es de ~10 m y resultan en velocidades de corriente de 1.5 a 3 m seg⁻¹ (Kasper-Zubillaga & Carranza-Edwards 2005). En la zona costera se presentan corrientes que son ocasionadas por las mareas, los vientos, los gradientes de densidad y la geostrofia, que resulta del balance entre el gradiente de presión y el efecto Coriolis (Lavín et al. 1997).

Cuenca de escurrimiento: El sitio se encuentra en la cuenca del Desierto de Altar-Río Bamori. La cuenca comprende la región más árida de México, con una precipitación media anual de 109 mm y un coeficiente de escurrimiento de 2.3%. Parte del Distrito de Riego Río Altar-Pitiquito-Caborca se localiza en esta cuenca (INEGI 2008a).

Clima general: El promedio anual de temperatura es de 20.1 °C, con fluctuaciones entre 11.3°C (Enero) y 30 °C (Agosto) (Valdes-Casillas et al. 1999). La lluvia media anual es de menos de 10 cm, y el 60 a 80% de la lluvia total cae entre Julio y Septiembre (Kasper-Zubillaga & Carranza-Edwards 2005) y ocurre como resultado de tormentas convectivas de tipo monzón durante el verano y frentes del Pacífico durante el invierno (Beveridge et al. 2006). Los vientos soplan del oeste durante la primavera, y durante todo el año del sur (Beveridge et al. 2006), y varían en velocidad entre 2 a 6 m seg⁻¹ (Kasper-Zubillaga & Carranza-Edwards 2005).

17. Características físicas de la zona de captación:

Extensión: La cuenca del Desierto de Altar-Río Bamori cubre una superficie de 11.86% del estado de Sonora, ~ 21, 933 km².

Características geológicas y geomorfológicas generales: La zona de la cuenca corresponde al Desierto Sonorense, que se caracteriza por la alternancia de sierras, bajadas y llanuras; en esta zona las sierras se formaron por procesos tectónicos (INEGI 2008b). La mayor parte de la cuenca se encuentra cubierta por depósitos sin consolidar del Cuaternario, localizados en las llanuras y bajadas, con algunas áreas de rocas metamórficas del Precámbrico, rocas ígneas intrusivas (granitos y granodioritas) del Mesozoico y rocas volcánicas del Cenozoico, entre las que predominan las de composición ácida (INEGI 2008b). La topografía continental es regular y se caracteriza por amplias planicies de pendientes suaves que se extienden del mar hacia el continente, además de unos cuantos puntos altitud cercana a los 200 m.s.n.m (Álvarez-Borrego 1983). Existen dunas en la península de Bahía San Jorge que se formaron por la erosión eólica provocando movimiento en la arena (Beveridge et al. 2006).

Tipo de suelos: Predominan suelos del tipo solonchak y regosoles de tipo eútricos y calcáricos (Valdes-Casillas et al. 1999).

Clima: El clima es de desierto seco del subtipo caliente seco, BW hw (x')(é). Es un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22°C, la temperatura del mes más frío es menor de 18°C mientras que temperatura del mes más cálido es mayor de 22°C. Las lluvias se presentan entre verano e invierno mayores al 18% anual (Arriaga et al. 2000).

18. Valores hidrológicos:

Los Humedales de Bahía San Jorge son mitigadores de inundaciones y previenen la erosión costera (Brusca et al. 2006), también contribuyen a la retención de nutrientes y al mantenimiento de la calidad del agua dadas las características físicas y biológicas de los humedales (Adam 2002) aunque no se tienen datos al respecto. En los Humedales de Bahía San Jorge no existen las condiciones necesarias para propiciar la

filtración de lluvia, principalmente debido a las altas temperaturas y escasa precipitación pluvial que se presenta en la zona (Valdes-Casillas et al. 1999); la evaporación excede a la precipitación hasta por 250 cm año⁻¹ (Thomson et al. 1968). Tampoco hay presencia de ríos superficiales dentro del sitio. Los esteros reciben agua por ingreso de agua de mar o bien por filtración a través de las barras de arena.

19. Tipos de humedales

a) presencia:

Marino/costero: A • B • C • D • E • F • G • H • I • J • K • Zk(a)

Continental: L • M • N • O • P • Q • R • Sp • Ss • Tp • Ts • U • Va • Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg • Zk(b)

Artificial: 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • Zk(c)

b) tipo dominante:

1. Pantanos y esteros (H); 2. Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos (G); 3. Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos (Sp); 4. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos (Ss); 5. Playas de arena o de guijarros (E); 6. Aguas marinas someras permanentes (A)

20. Características ecológicas generales:

Los Humedales de Bahía San Jorge tiene gran importancia por su biodiversidad y por su función como sitios de reproducción, alimentación y desarrollo de especies marinas y terrestres (Glenn et al. 2006). Los humedales proveen conectividad a tres niveles en el Golfo de California. En una escala regional conectan a las poblaciones de aves en Norte América, como parte del Corredor Migratorio del Pacífico (Vega et al. 2006). Proveen hábitat y alimento para aves migratorias, tales como el Charrán mínimo, una especie protegida (*Sternula antillarum*; (Palacios & Mellink 1996). Al nivel del paisaje, estos humedales costeros sirven como enlace entre el Desierto Sonorense y el ecosistema marino del Golfo de California. Por ejemplo, la herpetofauna y mamíferos terrestres, tales como el coyote (*Canis latrans*) subsidian sus dietas extensivamente con recursos marinos (Rose & Polis 1998). A nivel local, los esteros exportan energía en la forma de materia orgánica, principalmente como alimento al ambiente marino (Kwak & Zedler 1997). Los hábitats en los esteros, incluyendo esteros, bajos intermareales de lodo, salinas, las dunas costeras, playas de arena, aguas marinas someras permanentes y el ecotono humedal-terrestre proveen de refugio, hábitat de crianza y alimento a una variedad de peces e invertebrados, incluyendo especies comerciales como la jaiba (*Callinectes* spp.), camarón (*Litopenaeus stylirostris* y *Farfantepenaeus californiensis*) y lisas (*Mugil* spp.; CEDO datos no publicados).

El principal tipo de vegetación de los Humedales de Bahía San Jorge son plantas halófilas de marisma. La composición de la vegetación de marisma y su riqueza son importantes para funciones del ecosistema como dinámica de nitrógeno, productividad y arquitectura del dosel (Keer & Zedler 2002). A su vez, la fauna del humedal depende de las funciones que provee la vegetación, como refugio, alimento, sitios de descanso, y sirve como percha (Lindig-Cisneros 2001). Hay una fuerte relación entre la fauna y las funciones del humedal, por ejemplo la diversidad de aves se relaciona al número de capas en el dosel y la altura del foliaje (Keer & Zedler 2002); asimismo la sobrevivencia de las comunidades de reptiles esta influenciada por la arquitectura del dosel (Roe & Georges 2007).

21. Principales especies de flora:

Los principales tipos de vegetación representados en los Humedales de Bahía San Jorge son: vegetación halófila, vegetación que se establece en suelos salinos, marismas y planicies hipersalinas, vegetación de dunas, vegetación que se establece en dunas costeras, por lo que se estabilizan (8%) (Arriaga et al. 2000), y planicies arenosas consolidadas y vegetación de Desierto Sonorense inmediatas al ecotono humedal-terrestre (Morzaria-Luna et al. 2007).

Las marismas de La Salina, Almejas y San Francisquito presentan una baja riqueza específica y una conformación relativamente consistente. En estas zonas se encuentra únicamente vegetación halófila que raramente excede los 50-60 cm (Felger 2000). La mayoría de las especies halófilas del sitio son perennes y excretoras de sal, incluyendo especies suculentas y no suculentas; las especies no perennes incluyen a yerba salmuera (*Salicornia bigelovii*), una especie anual y jauja o saldillos (*Suaeda* spp), especies perennes de vida corta (Morzaria-Luna et al. 2007). La mayor parte de estas plantas halófilas se encuentran distribuidas ampliamente, y algunas son endémicas regionales. *Suaeda puertopenascoa* se conoce solo en los esteros del Noroeste de Sonora y pasto salado (*Distichlis palmeri*) es el único pasto endémico al Desierto Sonorense (Felger 2000). Las mayores extensiones de marisma se encuentran en los alrededores de Estero Almejas.

La vegetación de dunas se presenta en la barrera arenosa de Bahía San Jorge, que tiene aproximadamente 10 km de largo y está formada por dunas no consolidadas, separando a Estero La Salina del mar abierto (Zuria & Mellink 2005). Las dunas se caracterizan por su baja diversidad de especies, producto de las condiciones extremas, baja diversidad de hábitats, y aridez resultado del movimiento de la arena (Felger 2000). En la parte frontal de las dunas se encuentran especies como verbena (*Abronia villosa*), Pico de gorrión (*Ephedra trifuca*), y yerbarreuma (*Frankenia palmeri*) conchamizo (*Atriplex barclayana*) en la parte anterior de las dunas (Johnson 1982; Morzaria-Luna et al. 2007). Estas especies son características de las zonas de dunas en el Golfo de California entre los 31- 32°N (Johnson 1982).

Al este y sur del Estero La Salina se encuentran planicies arenosas consolidadas. Estas planicies son superficies estabilizadas por la presencia de una costra criptogámica de algas verdes, cianobacterias, bacterias, diatomeas, líquenes, hongos; así como rocas pequeñas (Felger 2000). Las planicies arenosas están colonizadas por vegetación característica de una serie de arbustos mixtos, como hierba del burro (*Ambrosia dumosa*) y mezquites (*Prosopis velutina*) que están asociados a la presencia de agua dulce cerca de la superficie del sedimento (Ezcurra 1984), cactáceas como chollas (*Cylindropuntia* spp.) y cabeza de viejo (*Mammillaria thornberi*) (Morzaria-Luna et al. 2007). En las zona inmediata al ecotono humedal-terrestre se encuentran parches de cactáceas como la senita, *Lophocereus schottii*, y el saguaro, *Carnegiea gigantea* (Morzaria-Luna et al. 2007). La senita es una especie listada como endémica sujeta a protección especial por la NOM-059-ECOL-2001. Mientras que el saguaro presenta múltiples asociaciones con fauna de la zona, pues las provee de alimento y refugio (Phillips & Comus 2000). Particularmente, los saguaros sirven como sitios de anidación para varias especies de aves, principalmente el Carpintero Desértico y el Carpintero Ala Amarilla, que excavan agujeros en su tallo mientras que las aves de mayor tamaño como el Garzón Cenizo (*Ardea herodias*) y el Gavilán Cola Roja (*Buteo jamaicensis*) construyen nidos en los brazos de los saguaros (Phillips & Comus 2000).

22. Principales especies de fauna:

En la zona centro-norte del Golfo de California se encuentran altas concentraciones de nutrientes y fitoplancton; estas condiciones de surgencia soportan grandes poblaciones de peces, mamíferos marinos y aves (Zavala-Gonzalez & Mellink 1997). Los Humedales de Bahía San Jorge están inmersos en esta región y constituyen un hábitat importante para muchas especies animales marinas que entran a alimentarse, reproducirse y descansar en los esteros (Brusca et al. 2006). Asimismo los esteros proveen una conexión entre el sistema marino y el terrestre, y hay especies terrestres que dependen de los esteros (Rose & Polis 1998).

Las barra arena del sitio son utilizadas por las colonias de anidación Charrán Mínimo (*Sternula antillarum browni*). Esta colonia es una de las mas grandes en el noroeste de Mexico (Zuria & Mellink 2005). En

estas zonas hay trozos de conchas, rocas y poca vegetación lo que permiten camuflajear los nidos y los huevos (Zuria-Jordan 1996). El Charrán enfrenta problemas de conservación, la degradación de las zonas costeras donde anida ha llevado a disminuciones en la población (Palacios & Mellink 1996) y la especie se encuentra protegida en México (DOF 2002) y en EUA (U.S. Fish and Wildlife Service 2008). Se estima que esta población cuenta con solo 8250 individuos (Wetlands International 2006).

En la zona de marisma destaca al Gorrión Sabanero (*Passerculus sandwichensis rostratus*), esta es una especie parcialmente residente, que esta limitada al área de los humedales del Norte de Sonora hasta Puerto Lobos, pero ocasionalmente se dispersa en otoño, invierno y primavera hacia el Norte, hacia Baja California y las Islas cercanas (Rossem 1947). Esta zona es también ocupada por especies comerciales de pesca para su crianza, alimentación y refugio como los lenguados *Pleuronichthys verticalis*, *Paralichthys aetnarius*, *Hippoglossina stomata*, *Syacium latifrons*, y *Syacium ovale*. Estas son especies de importancia para las pesquerías ribereñas y son consumidas a nivel local (Froese & Pauly 2009).

El ecotono humedal-terrestre, las salinas y el Desierto Sonorense circundante incluyen especies que dependen directamente del humedal para alimento o son visitantes comunes incluyendo aves como la Aguililla Rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el Paiño Negro (*Oceanodroma melania*), y la Pardela Mexicana (*Puffinus opisthomelas*). Se encuentra también el murciélago (*Myotis vivesi*); esta especie se alimenta de peces en las zonas someras y define territorios de caza (Nowak & Walker 1994). El ecotono humedal-terrestre es también utilizado por herpetofauna como la lagartija mata caballo (*Gambelia wislizenii*), la largartija blanca (*Holbrookia elegans*) y víbora de cascabel rosa (*Crotalus atrox*); la herpetofauna accede a los humedales para alimentarse, como refugio y para anidar (Roe & Georges 2007).

Cuando el nivel de agua no baja demasiado, el sitio es utilizado por la población residente de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Esta especie se concentra en verano y otoño, en el interior de la Bahía para el cuidado de sus crías, mientras que en el invierno permanecen fuera de la Bahía, relacionado con la disponibilidad de alimento (Orozco-Meyer 2001).

Otras especies de fauna como el Rascón Picudo de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis*) y el Rabijunco Piquirrojo (*Phaethon aethereus*), son características de otros hábitats, pero ocasionalmente se les encuentra en los Humedales de Bahía San Jorge a donde acuden a alimentarse. En la parte exterior de Bahía San Jorge, en Isla San Jorge, se encuentra una de las colonias más grandes del Golfo de California de lobo marino de California (*Zalophus californianus*), aunque esta especie se alimenta principalmente de peces arrecifales, esta ligada a la red trófica de la Bahía (Mellink & Romero-Saavedra 2005). En las afueras de la Bahía se reporta la presencia de ballena gris (*Eschrichtius robustus*), aunque la presencia de esta especie es rara en el Golfo Norte de California, organismos de esta especie visitan las zona durante anomalías como el evento de La Niña (Mellink & Orozco-Meyer 2002). El Golfo Norte de California es también utilizado por otras especies de mamíferos marinos, vaquitas (*Phocoena sinus*), delfín común (*Delphinus delphis*), ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), rorqual tropical (*B. edeni*), y orcas (*Orcinus orca*) (Silber et al. 1994).

23. Valores sociales y culturales:

Los Humedales de Bahía San Jorge cuentan con importancia social y cultural que datan de ~ 9000 antes de la era actual o más, pues se ha encontrado evidencia que la región del Norte de Sonora esta habitada desde entonces (Huckell 1996). El polígono se encuentra en el territorio conocido antiguamente por los mexicas como Chichimecatlalli, en la región prehispánica Ootam, que abarca Sonora y Arizona, en base a aspectos culturales, de historia y cerámica; en esta región se encontraban las culturas Hohokam y Trincheras (Braniff 2009). La cultura Trincheras utilizaba las especies de los Humedales de Bahía San Jorge como fuente de alimento y como materias primas (Mitchell & Foster 2000).

Actualmente, los Humedales de Bahía San Jorge son de gran importancia socioeconómica para la población local por su producción pesquera y acuícola. En los Humedales de Bahía San Jorge se extraen especies de peces de importancia comercial como la manta arenera (*Dasyatis brevis*), la guitarra (*Rhinobatus*

productus), la bironcha (*Rhizophrionodon longurio*), pulpo (*Octopus bimaculatus*), camarón, (*Litopenaeus stylirostris* y *Farfantepenaeus californiensis*) y jaiba (*Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus*) (Cudney-Bueno & Turk Boyer 1998). En el sitio operan dos cooperativas acuícolas, la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Acuícola (SCPPA) La Cinita y la SCPPA Bahía San Jorge. La primera se dedica solamente a la producción de ostión *Crassostrea gigas* y *Crassostrea corteziensis*, y a su comercialización. Mientras que la segunda además de producir ostión, se dedica a la pesca ribereña y el cultivo de almejas dentro de Estero La Salina. En Sonora, se producen arriba de 20, 000 toneladas anuales de ostión (COSAES 2009). Asimismo el sitio ha sido el objetivo de varios estudios científicos por la importancia de sus especies y la complejidad de las interacciones bióticas entre ellas.

Los canales dentro de los esteros sirven como hábitat para la crianza de la jaiba y de camarón (Cudney-Bueno & Turk Boyer 1998). La jaiba es una de las principales pesquerías en Sonora, representa el 32% de la producción en el litoral del Pacífico (Molina Ocampo et al. 1999); mientras que el camarón es uno de los principales productos pesqueros en el Golfo Norte de California (Calderón-Aguilera, et al. 2003). Hay también por lo menos 27 especies de peces comerciales que utilizan la zona para crianza, refugio, y alimentación incluyendo al pejerrey mocho (*Atherinopsis californiensis*), bagre cominate (*Ariopsis platypogon*), corvina aleta corta (*Cynoscion parvipinnis*), mojarra charrita (*Eucinostomus gracilis*), sierra (*Scomberomorus concolor*), botete diana (*Spheroides annulatus*), mero negro gigante (*Stereolepis gigas*), cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*), cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), baya (*Mycteroperca jordani*), ronco rayadito (*Microlepidotus inornatus*), platija diamante (*Pleuronichthys guttulatus*), pargos (*Lutjanus argentiventris*, *L. colorado* y *L. novemfasciatus*), tiburón tripa, (*Mustelus lunulatus* y *Mustelus henlei*), lenguado (*Paralichthys aestivalis*), lisa (*Mugil cephalus*, *Mugil curema*), baqueta (*Epinephelus niphobles* y *Epinephelus acanthistius*), papagallos (*Nematistius pectoralis*), piña bocona (*Oligoplites altus*), lenguado, (*Paralichthys aestivalis*), berrugas (*Umbrina analis* y *U. roncadorensis*), y raya (*Urobatis halleri*) (A. Iris Maldonado, datos no publicados). Debido a la presencia de estas especies comerciales, la zona es utilizada por pescadores de la zona que tienden redes agalleras dentro del sitio (M. Moreno Baez et al., datos no publicados).

b) ¿Se considera que el sitio tiene importancia internacional para tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos, ya sean materiales o inmateriales, vinculados a su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico?

De ser así, marque con una cruz esta casilla y describa esa importancia bajo una o más de las siguientes categorías:

- i) sitios que ofrecen un modelo de uso racional de humedales, que demuestren la aplicación de conocimiento tradicional y métodos de manejo y uso que mantengan las características ecológicas de los humedales:
- ii) sitios en donde haya tradiciones o registros culturales excepcionales de antiguas civilizaciones que hayan influido en las características ecológicas del humedal:

En los alrededores de Bahía San Jorge se encuentran extensos concheros, residuos de alimentos acumulados a lo largo de los siglos, que reflejan las preferencias culturales y las especies disponibles (Foster 1975). Se sabe que la cultura Trincheras ocupó parte de la región norte de Sonora de 800-1100 antes de la era actual (Johnson 1963), y además de cerámicas pertenecientes a este grupo, en la región se han hallado cerámicas Hohokam y Patayan (Foster et al. 2008). En los concheros de Estero La Salina se han encontrado otolitos de Tototaba, *Totoaba macdonaldi*, que datan de ~ 5000 años antes del presente indicando una ocupación más antigua de la zona (Rowell et al. 2008). Para los grupos que visitaban los esteros, las zonas intermareales eran de gran importancia para extraer invertebrados y peces como alimento; ocasionalmente también accedían a tortugas marinas, mamíferos marinos varados, aves, pequeños vertebrados terrestres y plantas (Foster et al. 2008). También colectaban materias primas, como conchas para fabricar ornamentos (Mitchell & Foster 2000). Hay una fuerte relación entre la ecología de los esteros y los patrones de ocupación, y estacionalidad por parte de las culturas que ocuparon el sitio

(Foster 1975). Es probable que el uso sostenido y la preferencia por ciertas especies afectara a las poblaciones de moluscos y crustáceos de los Humedales de Bahía San Jorge (Foster 1975). Almejas (*Chione* spp.) y ostiones (*Ostrea* spp.) son especies características de los esteros que predominan en los concheros de la región y constituían una fuente importante de proteína; también se han encontrado otolitos de peces como lisa y curvina (Foster et al. 2008).

- iii) sitios donde las características ecológicas del humedal dependen de la interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas:
- iv) sitios donde valores pertinentes no materiales como sitios sagrados están presentes y su existencia se vincula estrechamente con el mantenimiento de las características ecológicas del humedal.

24. Tenencia de la tierra / régimen de propiedad:

a) dentro del sitio Ramsar: La tenencia de la tierra es Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), terrenos ejidales (8 predios de los Ejidos Rosa Blanca del Desierto y Rodolfo Campodónico), terrenos de posesión física, particular moral (9 predios) y particular físico (24 predios). Hay también 2 predios donde se desconoce la posesión. Los terrenos principalmente tienen hábitat de tipo marismas, planicies hipersalinas, planicie lodosa, dunas costeras y desierto. Los planos catastrales de los predios están mal delimitados pues los límites se extienden sobre la ZOFEMAT y sobre la zona inundable. La división de predios en la zona se presenta en el Anexo II.

b) en la zona circundante: Al este y sureste predominan los terrenos ejidales, parte de la zona agrícola del Valle de Caborca. Se encuentran también terrenos de posesión particular moral y particular físico.

25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua):

a) dentro del sitio Ramsar: El uso del suelo en los esteros comprendidos dentro del polígono en el Municipio de Puerto Peñasco es de Zona inundable y Salitrales. En la barra de arena frente a Estero Almejas, que está dentro del mismo municipio tiene como uso de suelo Área Urbanizable (H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco 2007). El Municipio de Caborca no cuenta con Programa de Desarrollo vigente, de manera que no hay información al respecto de la clasificación de uso de suelo. El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora recomienda que los esteros sean usados para protección y las zonas arenosas y de dunas para aprovechamiento (SEMARNAT-CEDES 2008).

En el polígono actualmente se llevan a cabo actividades de acuicultura, pesca artesanal, y venta de productos acuícolas. Hay una zona de 217 ha en Estero La Salina concesionada a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Camaronera del Desierto, para la construcción de una granja de camarón que no ha sido desarrollada. Dentro del polígono se presenta campos pesqueros y acuícolas con < 50 residentes (INEGI 2008a), así que el uso de agua para consumo humano es bajo. El agua potable proviene de los acuíferos Sonoyta-Puerto Peñasco y Caborca, que son utilizados por las poblaciones cercanas de Rodolfo Campodónico y Puerto Peñasco.

b) en la zona circundante /cuenca: El uso de suelo en la zona circundante inmediata dentro del Municipio de Puerto Peñasco es de litoral dentro de la Zonificación Primaria de Área Urbanizable (H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco 2007). El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora indica que la zona circundante al sitio es compatible con actividades turísticas (SEMARNAT-CEDES 2008). Los Humedales de Bahía San Jorge se encuentran en la Región Hidrológica Sonora Norte (RH-8), administrado por el Consejo de Cuencas de Alto Noroeste y son parte de la Cuenca Desierto de Altar-Río Bamori (INEGI 2008a). Los usos de agua en la cuenca son 60.40% agrícola, 37.20% público urbano, 1.28% industrial, 0.72% pecuario y 0.4 % otros.

La zona se encuentra en las inmediaciones del Distrito de Riego 037 Altar-Pitiquito-Caborca. El distrito tiene un bombeo anual de 599 Mm³ de agua con abastecimiento de los mantos subterráneos de 97

centímetros (CIAD 2006). El uso del suelo en el municipio de Puerto Peñasco es 10.5% agrícola, 39.8% ganadero, 12.3 % agropecuario y 37.4 % otros usos (incluye minero, reserva de la biósfera, salinero, recreativo, acuícola, etc.). Mientras que el municipio de Caborca el uso del suelo es 10.2% agrícola, 34.1% ganadero, 21.7% agropecuario, 3.1% forestal y 1.6% otros usos (CIAD 2006).

26. Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar: En general, los problemas legales por tenencia de la tierra han evitado el desarrollo en la zona, aunque los programas de desarrollo urbano proyectan el desarrollo de infraestructura turística en la zona costera (H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco 2007). Recientemente hubo intenciones de urbanizar la península de Bahía San Jorge. Donde están las mayores extensiones de marisma no hay factores adversos que hayan afectado sus características del lugar pues son intransitables por estar conformadas por planicies lodosas. En las barras de arena el paso de vehículos todo terreno puede afectar a las colonias reproductivas del Charran Mínimo (*Sternula antillarum browni*) (Arriaga et al. 2000). El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora (SEMARNAT-CEDES 2008) indica que el sitio tiene vocación para el cultivo de ostión y camarónicultura. El cultivo de ostión es una actividad afín con la conservación de los humedales costeros, sin embargo la camarónicultura puede tener consecuencias adversas, como conversión del área, contaminación e introducción de especies invasivas (Paez-Osuna, et al. 1999).

En la zona están previstos diversos proyectos turísticos, unos de baja densidad y otros de mayor impacto, los cuales deberán sujetarse al procedimiento que en materia de impacto ambiental tiene previstos el Gobierno de México, una vez que sean realmente presentados por los distintos promoventes.

b) en la zona circundante:

Toda la región del Golfo Norte de California es amenazada por el incremento en urbanización y desarrollos turísticos. Los esteros en particular son amenazados por la construcción de marinas y la conversión a usos turísticos (Guido 2006). La acuicultura de camarón ha afectado la estructura de los esteros del Sur de Sonora y el Norte de Sinaloa (Paez-Osuna et al. 1999).

Las principales problemáticas de la cuenca incluyen el suministro de Agua Potable para garantizar el crecimiento de Puerto Peñasco, la sobre explotación e intrusión salina en el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco, la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales en Nogales y Caborca, la sobre explotación e intrusión salina en el acuífero Altar-Pitiquito-Caborca y el insuficiente tratamiento de aguas residuales (CONAGUA 2007).

27. Medidas de conservación adoptadas:

a) Indique la categoría nacional y/o internacional y el régimen jurídico de las áreas protegidas, especificando la relación de sus límites con los del sitio Ramsar:

Bahía San Jorge se encuentra dentro del programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), como la AICA No. 34 “Bahía e islas de San Jorge” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO 2004). Esta designación sirve como herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación (CONABIO 2009). Asimismo, los Humedales de Bahía San Jorge son parte de la región 15 “Bahía de San Jorge” de acuerdo al Listado de Regiones Terrestres Prioritarias de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Arriaga et al. 2000) y la zona fue identificada como sitio prioritario costero que no se encuentra cubierto por ninguna Área Natural Protegida (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007).

b) Cuando proceda, enumere la categoría o categorías de áreas protegidas de la UICN (1994) que son de aplicación en el sitio (marque con una cruz la casilla o casillas correspondientes):

Ia ; Ib ; II ; III ; IV ; V ; VI

c) ¿Existe algún plan de manejo oficialmente aprobado? ¿Se aplica ese plan?

No existe ningún plan de manejo para el área, sin embargo, una vez designado, se promoverá la firma de un convenio de colaboración entre el Gobierno del estado de Sonora, el Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C y la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, para planear y elaborar el Plan de Manejo del sitio, con la participación de los distintos usuarios del humedal. Este convenio se prevé firmar en este 2011.

d) Describa cualquier otra práctica de manejo que se utilice:

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:

El Centro Intercultural de Estudios de Desierto y Océanos, A.C. (CEDO) lleva a cabo Proyectos de Conservación Costera y Desarrollo Sustentable:

Conservación de la Zona Federal Marítimo Terrestre de los humedales del Norte de Sonora.

Busca obtener concesiones de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), como herramienta legal. Se encuentra en proceso la obtención de una concesión para el CEDO que se propone incluirá un área inicial de ZOFEMAT en Estero La Salina con fines de conservación y educación ambiental. En etapas posteriores se pretende incluir toda la ZOFEMAT de los Esteros Francisquito, Almejas y La Salina como parte de un acuerdo de destino para la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). Este acuerdo otorgará a la CONANP interés jurídico y capacidad de manejo sobre la zona y le permitirá regular cualquier acción o proyecto de desarrollo dentro de la franja de 20 metros adyacente al humedal. Se espera que este acuerdo de destino incluya varios usos además de conservación para permitir un manejo integral del sitio y que se concrete el proceso a finales del 2012.

Santuario para el Charrán Mínimo. Se propone establecer un santuario para las zonas de anidación de Charrán Mínimo (*Sternula antillarum browni*) en los Esteros San Francisquito y La Salina. El santuario es una designación de Área Natural Protegida a través de la CONANP que se establece en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida (CONANP 2009). Se encuentra en desarrollo el estudio previo justificativo, por lo que se podría obtener su declaratoria hacia finales del 2012.

Conservación Privada de Tierras. Se pretende implementar la herramienta de servidumbres ecológicas para la conservación a largo plazo. Se requiere planear el uso de suelo de una forma responsable y su particularidad es que cualquier persona que quiera utilizar esta tierra tiene la obligación legal de cumplir con las restricciones especificadas en un contrato entre particulares.

Fondo de Conservación de Esteros de Peñasco. Es un fondo encaminado a recabar recursos financieros, pretende facilitar el uso de herramientas legales y de conservación. Estas herramientas incluyen el análisis ambiental y jurídico de Manifestaciones de Impacto Ambiental para proyectos con potencial de un alto impacto ecológico sobre los humedales. Se han iniciado acercamientos con algunos potenciales donantes y se está revisando el aspecto legal y jurídico para la integración de este fondo, por lo que podrá estar listo posiblemente a inicios del 2012.

29. Actividades de investigación e infraestructura existentes:

El Centro Intercultural de Estudios de Desierto y Océanos, A.C. (CEDO) cuenta con una estación de campo en Puerto Peñasco, Sonora, desde donde conduce investigaciones en el sitio. Desde 2006, CEDO ha llevado a cabo el seguimiento de la colonia de anidación de *Sternula antillarum* en la península de Bahía San Jorge, analizando el tamaño de la población y su éxito reproductivo. Asimismo, desde 2008 CEDO monitorea la jaiba azul en Bahía San Jorge (*Callinectes* spp.) para determinar características de la población y volúmenes de captura.

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) que se relacionen con un beneficio del sitio:

Centro de Visitantes y Exhibiciones. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.: Consiste en educar a visitantes y residente de Puerto Peñasco sobre la historia natural y la importancia ecológica de esta región.

Proyecto de Educación Ambiental “Juventud hacia un Golfo Norte Sustentable”. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.: Programa Integral Comunitario de Educación Ambiental, en el cual se intenta consolidar una cultura ambiental positiva en la juventud de las comunidades del Golfo Norte de California, Sonora para involucrarlos activamente en la protección y desarrollo sustentable de la zona costera y recursos marinos. Este programa trabaja con estudiantes de 5to grado de todas las escuelas primarias del municipio de Puerto Peñasco, así como las escuelas de las comunidades costeras del municipio de Caborca incluyendo al poblado de Rodolfo Campodónico, adyacente a los Humedales de Bahía San Jorge.

31. Actividades turísticas y recreativas:

Ocasionalmente los residentes locales visitan las barras de arena o las playas para acampar, descansar, etc. La zona del estero es raramente utilizada para actividades recreativas o de turismo.

32. Jurisdicción:

Territorial. Los Humedales de Bahía San Jorge se localizan en el estado de Sonora, dentro de los municipios de Puerto Peñasco y Caborca, que dependen a su vez del Gobierno del estado de Sonora.

Administrativa. Actualmente no hay una autoridad administrativa encargada del área en específico.

33. Autoridad responsable del manejo:

Como sitio Ramsar, la autoridad responsable del manejo de los Humedales de Bahía San Jorge será la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Luis Fueyo Mac Donald
lfueyo@conanp.gob.mx
54497000 ext 17003

34. Referencias bibliográficas:

Fuentes de información no publicada

Iris-Maldonado, A. 2009. Estructura de la comunidad de peces de dos esteros en el norte del Golfo de California. Proyecto de Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Posgrado en Ecología Marina. Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada. Carretera Federal. Ensenada, Baja California

CEDO. Programa de Investigación en Humedales Costeros. Responsable: H. Morzaria-Luna. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. Edif. Agustín Cortés, s/n. Puerto Peñasco, Sonora. C.P. 83550

Moreno-Baez, M., R. Cudney-Bueno, & W. Shaw, 2008. Fishing area utilization patterns: Local knowledge and geo-spatial technology for small-scale fisheries management. PANGAS project. University of Arizona. 325 Biological Sciences East. Tucson, Arizona, USA 85721.

Información publicada

Adam, P. (2002) Saltmarshes in a time of change. *Environmental Conservation*, 29: 39-61.

Alvarez-Borrego, S. (1983) Gulf of California. *Ecosystems of the World* 26. Estuaries and enclosed seas. (ed B.H. Ketchum), pp. 427-449. Elsevier Scientific, New York.

Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. & Loa. (2000) Regiones terrestres prioritarias de México. RTP-15. Bahía de San Jorge. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Barlow, G.W. (1961) Gobies of the genus *Gillichthys*, with comments on the sensory canals as a taxonomic tool. *Copeia*: 423-437.

Beveridge, C., Kocurek, G., Ewing, R., Lancaster, N., Morthekai, P., Singhvi, A.K. & Mahan, S.A. (2006) Development of spatially diverse and complex dune-field patterns: Gran Desierto Dune Field, Sonora, Mexico. *Sedimentology* 53: 1391-1409.

Braniff, B. (2009) La historia prehispánica de Sonora. *Arqueología Mexicana*, XVII, 32-38.

Brusca, R.C., Cudney-Bueno, R. & Moreno-Báez, M. (2006) Gulf of California esteros and estuaries. Analysis, state of knowledge, and conservation and priority recommendations. Arizona-Sonora Desert Museum. Reporte a The David and Lucile Packard Foundation.

Calderon-Aguilera, L.E., Marinonea, S.G. & Aragon-Noriega, E.A. (2003) Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in the Upper Gulf of California. *Journal of Marine Systems* 39: 117-128.

Carrera, E. & de la Fuente, G. (2003) Inventario y Clasificación de Humedales en México. Parte I. Ducks Unlimited Mexico, Mexico, DF.

Cartron, J.E., Ceballos, G. & Felger, R.S. (2004) Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico. Oxford University Press, New York.

Castro Aguirre, J.L., González Acosta, A.F. & Cruz Agüero, J.D.L. (2005) Lista anotada de las especies ícticas anfibacíficas, de afinidad boreal, endémicas y anfibipeninsulares del golfo de California, México. *Universidad y Ciencia* 21: 85-106.

CIAD. (2006) Programa Especial Concurrente para el desarrollo rural sustentable. Distrito de desarrollo rural 139 - Caborca, Sonora.

CITES. (2005) Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Apéndices I, II y III. United Nations Environment Program, Génova, Suiza.

- CONABIO. (1997) Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad., México.
- CONABIO. (2004) AICA NO-34. Bahía e islas de San Jorge.
- CONABIO. (2009) Regionalización. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. (2007) Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C., México, D. F.
- CONAGUA. (2007) Cédulas Consejos de Cuenca. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Gerencias Regionales. Gerencia de Consejos de Cuenca. Subgerencia de Planeación.
- CONANP. (2007) Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, México, D.F.
- CONANP. (2009) Que son las ANP?
- COSAES. (2009) Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C.
- Cudney-Bueno, R. & Turk Boyer, P.J. (1998) Pescando entre mareas del Alto Golfo de California: Una guía sobre pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. CEDO Intercultural, A.C., Puerto Peñasco, Sonora. México.
- Desmond, J.S. (1996) Species composition and size structure of fish assemblages in relation to tidal creek size in Southern California coastal wetlands. Tesis de Maestría. San Diego State University.
- DOF. (2002) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 6 de Marzo de 2002.
- Ezcurra, E. (1984) The Vegetation of El Pinacate, Sonora. A quantitative study. Tesis de Doctorado. University College of North Wales. 117 pp.
- Ezcurra, E., Equihua, M. & Lopez-Portillo, J. (1987) The Desert Vegetation of El-Pinacate, Sonora, Mexico. *Vegetatio* 71: 49-60.
- Felger, R.S. (2000) Flora of the Gran Desierto and Rio Colorado of Northwestern Mexico. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Foster, J.W. (1975) Shell Middens, paleoecology, and prehistory. The case from Estero Morua, Sonora, Mexico. Collected student papers from U. of Ariz. Marine Ecology Class. Biological Studies in the Gulf of California. p. 17 pp.
- Foster, M.S., Mitchell, D.R., Huckleberry, G. & Dettman, D.L. (2008) Observations on the archaeology, paleoenvironment, and geomorphology of the Puerto Peñasco area of Northern Sonora, Mexico. *Kiva* 73: 263-290.

- Froese, R. & Pauly, D. (Eds.). (2009) FishBase. World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org, version (05/2009).
- García-Rico, L., Rodríguez, M.V. & Jara-Marini, M.E. (2006) Geochemistry of mercury in sediment of oyster areas in Sonora, Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 52: 453-458.
- Glenn, E.P., Nagler, P.L., Brusca, R.C. & Hinojosa-Huerta, O. (2006) Coastal wetlands of the northern Gulf of California: inventory and conservation status. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 5-28.
- Guido, S. (2006) Red de monitoreo de los desarrollos turísticos del Noroeste costero. Alianza para la Sustentabilidad del Noroeste Costero (ALCOSTA), CIAD-Mazatlan.
- H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco. (2007) Programa de Desarrollo Urbano Turístico de Puerto Peñasco. Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano. Fondo Nacional de Fomento al Turismo., Puerto Peñasco, Sonora.
- Honan, E. & Turk-Boyer, P.J. (2001) Reports of Olive Ridley "*Lepidochelys olivacea*" nesting in the northern Gulf of California. p. 6. Ensenada, B.C.
- Huckell, B. (1996) The archaic prehistory of the North American Southwest. *Journal of World Prehistory* 10: 305-373.
- INEGI. (2005) Censo de población y vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2008a) Mapa de regiones hidrológicas. Sonora. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2008b) Mapa de geología. Sonora. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Johnson, A.E. (1963) The Trincheras Culture of Northern Sonora. *American Antiquity* 29: 174-186.
- Johnson, A.F. (1982) Dune Vegetation Along the Eastern Shore of the Gulf of California. *Journal of Biogeography* 9: 317-330.
- Juárez Romero, L. (2007) Determinación de agentes causales de alta mortalidad en los cultivos del Ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, de las costas de Sonora. Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora. Q.P.D. Universidad de Sonora. Centro de Investigaciones Biológicas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora., Hermosillo, Sonora.
- Kasper-Zubillaga, J.J. & Carranza-Edwards, A. (2005) Grain size discrimination between sands of desert and coastal dunes from northwestern Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22: 383-390.
- Keer, G.H. & Zedler, J.B. (2002) Salt marsh canopy architecture differs with the number and composition of species. *Ecological Applications* 12: 456-473.
- Kwak, T.J. & Zedler, J.B. (1997) Food web analysis of southern California coastal wetlands using multiple stable isotopes. *Oecologia* 110: 262-277.

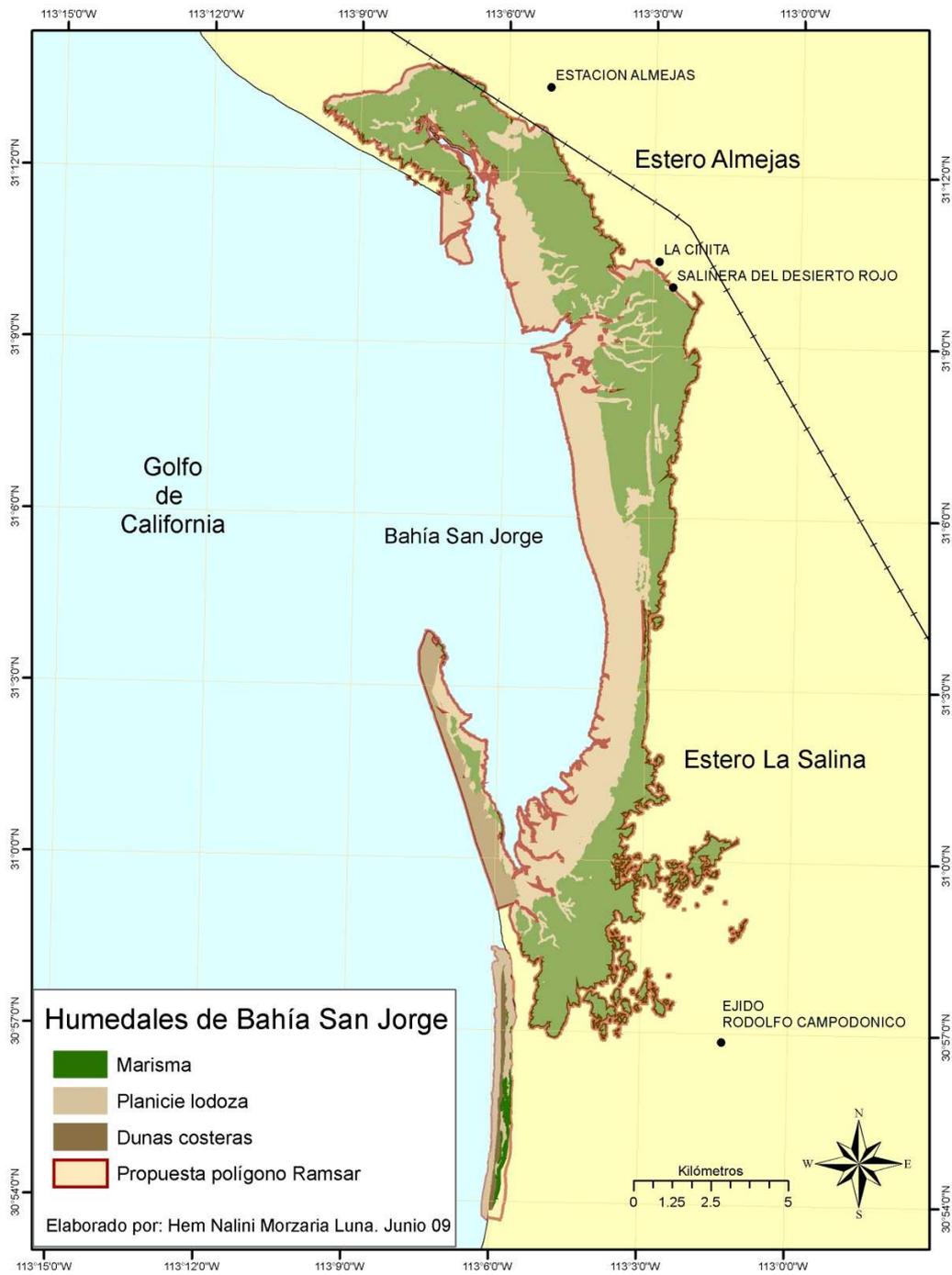
- Larkin, D.J., Madon, S.P., West, J.M. & Zedler, J.B. (2008) Topographic heterogeneity influences fish use of an experimentally restored tidal marsh. *Ecological Applications* 18: 483-496.
- Lavín, M.F., Durazo, R., Palacios, E., Argote, M.L. & Carrillo, L. (1997) Lagrangian observations of the circulation in the Northern Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography* 27: 2298-2305.
- Lavín, M.F., Palacios-Hernandez, E. & Cabrera, C. (2003) Sea surface temperature anomalies in the Gulf of California. *Geofísica Internacional* 42: 363-375.
- Lemos Espinal, J.A. (2007) Anfibios y reptiles del estado de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CE001.
- Lindig-Cisneros, R. (2001) Interactions among species richness, canopy structure, and seedling recruitment. Tesis de Doctorado. University of Wisconsin-Madison.
- Mellink, E. (2000) Breeding of Brown Boobies in the Gulf of California: Seasonality and apparent effects of El Niño. *Waterbirds* 23: 494-499.
- Mellink, E. (2003) Effects of the 1997-1998 El Niño and 1998-1999 La Niña events on breeding waterbirds and sea lions in the Upper Gulf of California, México. *Geofísica internacional* 42: 539-546.
- Mellink, E. & Orozco-Meyer, A. (2002) A group of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in the Northeastern Gulf of California, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 47, 129-132.
- Mellink, E. & Romero-Saavedra, A.L. (2005) Diet of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Jorge Island, northern Gulf of California, Mexico, 1998-1999. *Ciencias Marinas* 31: 369-377.
- Mellink, E., Dominguez, J. & Luevano, J. (2001) Diet of Eastern Pacific Brown Boobies *Sula leucogaster brewsteri* on Isla San Jorge, north-eastern Gulf of California, and an April comparison with diets in the middle Gulf of California. *Marine Ornithology* 29: 23-28.
- Mellink, E. & Orozco-Meyer, A. (2006) Abundance, Distribution, and Residence of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Bahía San Jorge Area, Northern Gulf of California, Mexico. *Aquatic Mammals* 32: 133-139.
- Mellink, E. & Palacios, E. (1993) Note on breeding coastal waterbirds in northwestern Sonora. *Western Birds* 29-37.
- Merriam, R. (1972) Reconnaissance geologic map of the Sonoyta Quadrangle, Northwest Sonora, México. *Geological Society of America Bulletin* 83: 3533-3536.
- Mitchell, D.R. & Foster, M.S. (2000) Hohokam shell middens along the Sea of Cortez, Puerto Penasco, Sonora, Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 27, 27-41.
- Molina Ocampo, R.E., Cisneros Mata, M.A., Belindez Moreno, L.F., Zarate Becerra, E., Gaspar Dillanes, M.T., Lopez Gonzalez, L.D.C., Saucedo Ruiz, C. & Tovar Avila, J. (1999) La jaiba en Sonora. Sustentabilidad y pesca responsable en México evaluación y manejo. pp. 327-348. Instituto Nacional de La Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, BC.
- Morzaria-Luna, H., Iris-Maldonado, A. & Valdivia, P. (2007) Reporte final técnico de CEDO Intercultural para el proyecto "Estudio Integral Para la Determinación de Agentes Causales de Alta

- Mortalidad en los Cultivos del Ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, de las Costas de Sonora". Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C., Puerto Peñasco, Sonora.
- Morzaria-Luna, H., Polanco-Mizquez, E., López-Alvirde, S. & Reyes-Fiol, S. (2007) Caracterización de la vegetación de los esteros de Bahía Adair, Estero Morúa, y La Salina y predios circundantes. ANEXO. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C., Puerto Peñasco, Sonora. Reporte Final. Diagnóstico Social y Ambiental para la Aplicación de Herramientas Legales de Conservación de Tierras Privadas y Sociales en torno a tres esteros del Golfo Norte de California, Sonora. A. Castillo López, responsable técnico.
- Nowak, R. & Walker, E. (1994) Walker's bats of the world. The Johns Hopkins University Press.
- Orozco-Meyer, A. (2001) Uso del hábitat por la tonina (*Tursiops truncatus*) y su relación con las mareas en la Bahía de San Jorge, Sonora. Tesis de Maestría. CICESE. 78 pp.
- Ortlieb, L. (1991) Quaternary shorelines along the northeastern Gulf of California; Geochronological data and neotectonic implications. Studies of Sonoran Geology. (eds E.P. Segura & C. Jacques-Ayala), pp. 95-120. Geological Society of America.
- Paez-Osuna, F., Guerrero-Galvan, S.R. & Ruiz-Fernandez, A.C. (1999) Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California. Marine Pollution Bulletin 38: 585-592.
- Palacios, E. & Mellink, E. (1996) Status of the Least Tern in the Gulf of California. Journal of Field Ornithology 67: 48-58.
- Parker, R. (1964) Zoogeography and ecology of some macroinvertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off Mexico. JGF.
- Pepe, P. (1989) Estero Morúa: recorrido a través de estero un viviente. (Estero Morúa: tour through a living estuary). CEDO News, 2, 11.
- Pfeiler, E., Mendoza, M. & Manrique, F. (1988) Premetamorphic bonefish (*Albula* sp.) leptocephali from the Gulf of California with comments on life history. Environmental Biology of Fishes 21: 241-249.
- Phillips, S. & Comus, P.W. (2000) A natural history of the Sonoran Desert. Arizona-Sonora Desert Museum; University of California Press, Tucson, AZ; Berkeley, CA.
- Ramírez-Mendoza, R. & Alvarez, L.G. (2008) Batimetría de Bahía San Jorge, Sonora. Departamento de Oceanografía Física. CICESE, Ensenada, B.C. Reporte técnico.
- Roe, J. & Georges, A. (2007) Heterogeneous wetland complexes, buffer zones, and travel corridors: Landscape management for freshwater reptiles. Biological Conservation 135: 67-76.
- Rose, M.D. & Polis, G.A. (1998) The distribution and abundance of coyotes: The effects of allochthonous food subsidies from the sea. Ecology 79: 998-1007.
- Rosemartin, A. & van Riper, C. Abundance and distribution of breeding Least Terns (*Sternula antillarum*) in Northern Sonora. Waterbirds.
- Rossem, A.J.V. (1947) A Synopsis of the Savannah Sparrows of Northwestern Mexico. The Condor 49: 97-107.

- Rowell, K., Flessa, K.W., Dettman, D.L., Roman, M.J., Gerber, L.R. & Findley, L.T. (2008) Diverting the Colorado River leads to a dramatic life history shift in an endangered marine fish. *Biological Conservation* 141: 1138-1148.
- Sánchez-Cordero, V., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M., Sarkar, S. & Townsend, A. (2005) Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation* 126: 465-473.
- SEMARNAT-CEDES. (2008) Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora.
- Silber, G.K., Newcomer, M.W., Silber, P.C., Perezcortes, H. & Ellis, G.M. (1994) Cetaceans of the Northern Gulf of California - Distribution, Occurrence, and Relative Abundance. *Marine Mammal Science* 10: 283-298.
- Smith, C.L. & Society, N.A. (2008) National Audubon Society Field Guide to Tropical Marine Fishes. Paw Prints.
- Thomson, D.A., Mead, A. & Schreiber, J. (1968) Probable environmental impact of heated brine effluents from a nuclear desalination plant on northern Gulf of California. University of Arizona, Marine Science Committee. U.S. Dept. of Interior. Office of Saline Water, Research and Development., Tucson, AZ.
- Turner, R. & Brown, D. (1994) Sonoran desertscrub. Biotic communities: Southwestern United States and northwestern Mexico. (ed D. Brown), pp. 181-221. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (2008) Birds of Conservation Concern 2008. United States Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Division of Migratory Bird Management, Arlington, Virginia.
- Valdes-Casillas, C., Carrillo-Guerrero, Y., Zamora-Arroyo, F., Hinojosa-Huerta, O., Camacho-López, M., Delgado-García, S. & Moreno-Báez, M. (1999) Mapping and management of coastal wetlands of Puerto Peñasco, Sonora: A multinacional project. Center for Conservation of Natural Resources (CECARENA), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Guaymas (ITESM-CG); Pronatura. Arizona State University, Sonora.
- Vega, X., González, M., Muñoz del Viejo, A., Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (2006) Potential new Ramsar sites in northwest Mexico: strategic importance for migratory waterbirds and threats to conservation. *Waterbirds around the world*. pp. 158-160. The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Villalobos-Hiriart, J.L., Nates-Rodriguez, J.C., Diaz-Barriaga, A.C., Valle-Martinez, M.D., Hernandez-Flores, P., Lira-Fernandez, E. & Schmidtsdorf-Valencia, P. (1989) Listados Faunisticos de Mexico. I. Cestaceos, estomatopodos y decapodos intermareales de las Islas del Golfo de California, Mexico. Universidad Nacional Autonoma de Mexico Instituto de Biologia, UNAM, Mexico, D.F.
- Walker, B.W. (1960) The Distribution and Affinities of the Marine Fish Fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology* 9: 123-133.
- West, J.M. & Zedler, J.B. (2000) Marsh-creek connectivity: Fish use of a tidal salt marsh in southern California. *Estuaries* 23: 699-710.
- Wetlands International. (2006) Waterbird population estimates- Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

- Wiggins, I.L. (1980) *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California.
- Zavala-Gonzalez, A. & Mellink, E. (1997) Entanglement of California sea lions, *Zalophus californianus californianus* in fishing gear in the central-northern part of the Gulf of California, Mexico. *Fishery Bulletin* 95: 180-184.
- Zuria, I. & Mellink, E. (2002) Natural and human impacts on two least tern colonies in northwestern Mexico. *Southwestern Naturalist* 47: 617-623.
- Zuria, I. & Mellink, E. (2005) Fish abundance and the 1995 nesting season of the Least Tern at Bahía de San Jorge, northern Gulf of California, Mexico. *Waterbirds* 28: 172-180.
- Zuria-Jordan, I. (1996) Disponibilidad de alimento y reproducción de *Sterna antillarum* (Aves : Laridae) en dos colonias del Noroeste de México. Tesis de Maestría. CICESE. 88 pp.

ANEXO 1. HUMEDALES DE BAHÍA SAN JORGE



ANEXO 2. TENENCIA DE LA TIERRA EN BAHÍA SAN JORGE

